

**MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC TAPE APPARATUS**

Patent Number: JP2001023120  
Publication date: 2001-01-26  
Inventor(s): INAGUMA TERUYUKI; ONUMA KAZUNORI; KUDO SHINJI; SAITO TADASHI; INMAKI YOICHI  
Applicant(s): SONY CORP  
Requested Patent: ☐ JP2001023120  
Application Number: JP19990196592 19990709  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/39  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an abrasion resistance and a low-noise characteristic by forming a shield of a soft magnetic thin film to a pair of head substrates of a polycrystalline ferrite and holding a magnetoresistance effect element between shield-formed faces of the head substrates.

**SOLUTION:** A lower shield 12a and an upper shield 12b of soft magnetic thin films are held between a pair of head substrates 11a and 11b of a hard material in an MR head 10. An MR element 13 is held between the lower shield 12a and the upper shield 12b. The lower shield 12a, MR element 13 and upper shield 12b are formed to one head substrate 11a by a thin film process, and the other head base 11b is joined to the upper shield substrate 12b. A polycrystalline ferrite having a magnetic permeability of approximately 600, e.g. NiZn, MnZn or the like is used as a material for the head substrates 11a and 11b.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-23120  
(P2001-23120A)

(43)公開日 平成13年1月26日(2001.1.26)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 5/39

識別記号

F I  
G 1 1 B 5/39

テーマコード(参考)  
5 D 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平11-196592

(22)出願日 平成11年7月9日(1999.7.9)

(71)出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号  
(72)発明者 稲熊 輝往  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72)発明者 大沼 一紀  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(74)代理人 100096806  
弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

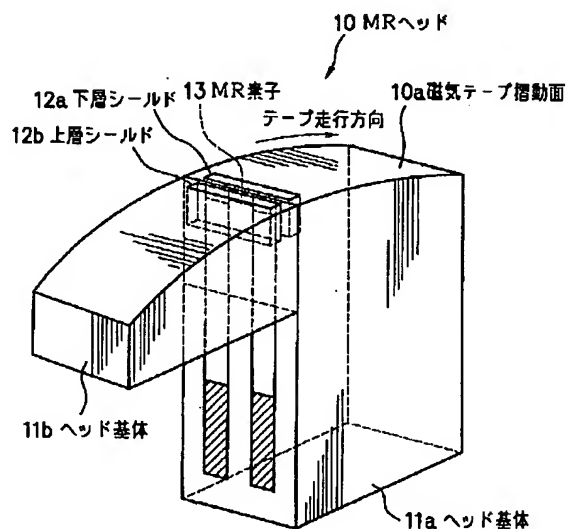
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ヘッド及び磁気テープ装置

(57)【要約】

【課題】 耐磨耗性があり、かつ低ノイズな磁気ヘッド及び磁気テープ装置を提供すること。

【解決手段】 多結晶フェライトで成る一対のヘッド基体11a, 11bと、前記各ヘッド基体に成膜された軟磁性薄膜で成るシールド12a, 12bと、前記各ヘッド基体のシールド形成面で挟み込まれている磁気抵抗効果素子13を備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気記録媒体に記録されている情報を再生する磁気抵抗効果型の磁気ヘッドであって、多結晶フェライトで成る一対のヘッド基体と、前記各ヘッド基体に成膜された軟磁性薄膜で成るシールドとを備え、

磁気抵抗効果素子が前記各ヘッド基体のシールド形成面で挟み込まれていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】 前記磁気記録媒体と摺動することにより、前記磁気記録媒体に記録されている情報を再生する請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項3】 磁気テープを記録媒体としたヘリカルスキャン方式の磁気テープ装置の回転ドラムに搭載される磁気抵抗効果型の磁気ヘッドであって、

多結晶フェライトで成る一対のヘッド基体と、前記各ヘッド基体に成膜された軟磁性薄膜で成るシールドとを備え、

磁気抵抗効果素子が前記各ヘッド基体のシールド形成面で挟み込まれていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項4】 前記シールドのデス方向の透磁率が、前記ヘッド基体の透磁率よりも高い請求項1に記載の磁気ヘッド。

【請求項5】 磁気テープを記録媒体としたヘリカルスキャン方式の回転ドラムと、前記回転ドラムに搭載されており、前記磁気テープと摺動することにより、前記磁気テープに記録されている情報を再生する磁気抵抗効果型の磁気ヘッドとを備えた磁気テープ装置であって、前記磁気ヘッドは、多結晶フェライトで成る一対のヘッド基体と、前記各ヘッド基体に成膜された軟磁性薄膜で成るシールドとを備え、磁気抵抗効果素子が前記各ヘッド基体のシールド形成面で挟み込まれていることを特徴とする磁気テープ装置。

【請求項6】 前記シールドのデス方向の透磁率が、前記ヘッド基体の透磁率よりも高い請求項5に記載の磁気テープ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録媒体に記録されている情報を再生する磁気抵抗効果型の磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを備えた磁気テープ装置に関し、特に磁気テープを記録媒体としたヘリカルスキャン方式の磁気テープ装置の回転ドラムに搭載される磁気抵抗効果型の磁気ヘッド及びその磁気ヘッドを備えた磁気テープ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、磁気抵抗効果素子(MR素子)を用いた磁気ヘッド(磁気抵抗ヘッド(以下、MRヘッドという))は、電磁誘導を利用して情報の記録再生を行うインダクティブ型磁気ヘッドよりも高感度であり、高密度記録に適している。このため、近年、MRヘッド

は、磁気ディスクを情報記録媒体として用いた磁気記録・再生装置(以下、磁気ディスク装置という)を中心に実用化されており、特にハードディスク装置では、PRML(Partial Response Maximum Likelihood)の実用化とともに、記録面密度の向上に大きく貢献している。

【0003】ハードディスク装置に使用されているMRヘッドは、シールドがそれぞれ成膜された一対のヘッド基体のシールド形成面間に、MR素子が挟み込まれた構造となっている。このMRヘッドのヘッド基体の材料としては、例えば $Al_2O_3-TiC$ (アルチック)が用いられ、各シールドの材料としては、例えば $FeAlSi$ (センダスト)とバーマロイが用いられている。

【0004】一方、磁気テープを情報記録媒体として用いた磁気記録・再生装置あるいは磁気再生装置(以下、磁気テープ装置という)の1つであるデジタルデータストリーマー装置においても、記録信号の高密度化に伴い、MRヘッドが実用化されている。デジタルデータストリーマー装置に使用されているMRヘッドは、シールド機能を兼ね備えた多結晶フェライトで成るヘッド基体で構成されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般的にハードディスク装置は、浮上スライダに搭載されたMRヘッドが磁気ディスク上を浮上して動作する。このため、ハードディスク装置においては、MRヘッドの磨耗はほとんど問題にならないので、センダストやバーマロイといった軟磁性薄膜が用いられている。また、デジタルデータストリーマー装置は、固定されたMRヘッドが磁気テープと比較的低速で摺動して動作する。このため、デジタルデータストリーマー装置においては、MRヘッドの磨耗が若干影響するので、多結晶フェライトといった硬質材が用いられている。

【0006】ところが、デジタルVCR(Video Cassette Recorder)等の磁気テープ装置は、ヘリカルスキャン型の回転ドラムに搭載された磁気ヘッドが磁気テープと高速摺動して動作する。このため、ヘリカルスキャン型の磁気テープ装置に使用するMRヘッドは、耐磨耗性が高いことが必要である。従って、上述したハードディスク装置用のMRヘッドをヘリカルスキャン型の磁気テープ装置用のMRヘッドとして転用した場合、ヘッド基体とシールドとの間あるいはシールド同士間の磨耗の相違から大きな偏磨耗が生じ、寿命が極端に短くなるという問題がある。さらに、アルチックで成るヘッド基体と磁気テープが高速摺動すると、ヘッド基体の摺動面にステインが付着し、再生信号の出力が大幅に低下する場合があるという問題もある。

【0007】そこで、上述したデジタルデータストリーマー装置用のMRヘッドをヘリカルスキャン型の磁気テープ装置用のMRヘッドとして転用することにより、M

Rヘッドの磨耗の問題を解消することができる。しかし、この場合は、フェライトのグレインに伴うランダムな向きの磁束の影響がMR素子にも加わり、MR素子の磁区が安定化できず、バルクハウゼンノイズの原因になるという新たな問題がある。これは特に高周波に対応した狭ギャップヘッドになるほど顕著になる。

【0008】本発明は、上述した事情から成されたものであり、耐摩耗性があり、かつ低ノイズな磁気ヘッド及び磁気テープ装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明にあっては、磁気記録媒体に記録されている情報を再生する磁気抵抗効果型の磁気ヘッドであって、多結晶フェライトで成る一対のヘッド基体と、前記各ヘッド基体に成膜された軟磁性薄膜で成るシールドとを備え、磁気抵抗効果素子が前記各ヘッド基体のシールド形成面で挟み込まれていることにより達成される。

【0010】また、上記目的は、本発明にあっては、磁気テープを記録媒体としたヘリカルスキャン方式の回転ドラムと、前記回転ドラムに搭載されており、前記磁気テープと摺動することにより、前記磁気テープに記録されている情報を再生する磁気抵抗効果型の磁気ヘッドとを備えた磁気テープ装置であって、前記磁気ヘッドは、多結晶フェライトで成る一対のヘッド基体と、前記各ヘッド基体に成膜された軟磁性薄膜で成るシールドとを備え、磁気抵抗効果素子が前記各ヘッド基体のシールド形成面で挟み込まれていることにより達成される。

【0011】上記構成によれば、ヘッド基体を摩耗性や走行性が良好な多結晶フェライトで作製しているため、走行中のステイン付着がほとんど問題にならなくなり、ヘッド寿命を延ばすことができる。さらに、シールドを多結晶フェライトとの摩耗量の差が小さい軟磁性薄膜で作製しているため、偏摩耗が生じにくく、更にヘッド寿命を延ばすことができる。また、ヘッド基体自体がシールドの役目も果たすことになるため、上下のシールドに多少の磁気的特性の違いがあっても、MR素子に対して同様に働き、出力波形の非対称性が無くなる。また、多結晶フェライト表面のフェライトグレインに伴う不規則な磁束の影響を軟磁性薄膜で遮断することができるので、MR素子への不均一な磁束を無くしてMR素子の動作の安定化を図り、バルクハウゼンノイズの発生を抑えることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。尚、以下に述べる実施形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において、特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0013】図1は、本発明の磁気ヘッドの実施形態を

示す斜視図である。この磁気ヘッドは、磁気テープを記録媒体としたヘリカルスキャン方式の磁気テープ装置の回転ドラムに搭載されるMRヘッド10であり、硬質材で成る一対のヘッド基体11a、11bの間に、軟磁性薄膜で成る下層シールド12aと上層シールド12bが挟み込まれ、下層シールド12aと上層シールド12bとの間に、MR素子13が挟み込まれた構成となっている。

【0014】下層シールド12a、MR素子13及び上層シールド12bは、一方のヘッド基体11aに対して薄膜プロセスにより形成されており、他方のヘッド基体11bは、上層シールド12bに対して接合されている。そして、MRヘッド10のMR素子13等が露出している面は、磁気テープ摺動面10aとして磁気テープの走行方向に沿った円弧状の曲面に加工されている。

【0015】ヘッド基体11a、11bの材料としては、透磁率が600程度の例えばNiZnやMnZn等の多結晶フェライトが用いられる。この理由は、多結晶フェライトは、硬質であるため耐摩耗性に優れ、多少のヒートショック（熱衝撃）では割れないので加工性に優れ、さらに材料費が安価であるからである。ただし、多結晶フェライトは、多結晶であるため一軸異方性はなく、磁区の磁化方向はランダムであり、また、結晶粒の固まりグレインが大きく存在している。

【0016】このようなランダムな磁化方向のため、近傍にMR素子13が存在した場合、MR素子13に不均一な磁束が影響し、MR素子13の磁化回転や磁区構造が不安定になる、いわゆるバルクハウゼンノイズが発生する。そこで、多結晶フェライト上に更に軟磁性薄膜を形成することで、このような不均一な磁束を遮断し、MR素子13を安定して用いるようにしている。

【0017】下層シールド12aの材料としては、デプス方向の透磁率がヘッド基体11a、11bよりも高い例えばFeAlSi（センダスト）等が用いられるが、良好な軟磁性を示し、かつ摩耗腐食に優れたものであれば特に限定されるものではない。上層シールド12bの材料としては、デプス方向の透磁率がヘッド基体11a、11bよりも高い材料である必要があるが、以下の点で注意を要する。即ち、上層シールド12bの形成時点では既にMR素子13が形成されているため、下層シールド12aの形成時に行う高温での熱処理工程を行うことができない点である。

【0018】そのため、上層シールド11bとして用いることができる材料には制限があり、MR素子13の耐熱温度である350℃以下の熱処理で軟磁性を示し、または熱処理無しで軟磁性を示す材料である必要がある。従って、上層シールド12bの材料としては、例えばCoZrNbTaあるいはこのTaの代わりにMo、Cr、Ti、Hf、Pd、W、V等やそれらの複合物を用いたCo系のアモルファスが用いられる。

【0019】CoZrNbTaを用いた場合は、CoaZrbNbctad (a、b、c、dは原子%)としたとき、 $68 \leq a \leq 90$ 、 $0 \leq b \leq 10$ 、 $0 \leq c \leq 20$ 、 $0 \leq d \leq 10$ 、 $a+b+c+d=100$ で優れた軟磁気特性を示すが、特に、 $79 \leq a \leq 83$ 、 $2 \leq b \leq 6$ 、 $10 \leq c \leq 14$ 、 $1 \leq d \leq 5$ 、 $a+b+c+d=100$ で優れた耐熱性耐摩耗性を示す。この組成を用いることにより偏摩耗を減少させてヘッド寿命を延ばすことができると共に、スパーシングロスを減少させて高い出力を維持することができる。

【0020】尚、図面では、特徴を分かりやすくするために、MR素子13の部分を大きく表記しているが、実際には、MR素子13はヘッド基体11a、11bに比べると非常に微細である。具体的には、例えば、ヘッド基体11a、11bの磁気テープ走行方向の長さは、0.8mm程度とされ、MR素子13の磁気テープ走行方向の長さは、5 $\mu$ m程度とされる。したがって、このMRヘッド10において、磁気テープ摺動面となるのは、殆どヘッド基体11a、11bの上部端面だけである。

【0021】図2～図20は、図1のMRヘッド10の製造方法を示す概略図であり、以下図面に沿って作製工程を説明する。尚、図2(A)、(B)～図7(A)、(B)は、後述する基板の平面図及び断面側面図を示し、図9(A)、(B)～図16(A)、(B)は、図8のA部の拡大図及びA-A線断面側面図を示す。また、図面では、特徴部分を分かりやすくするために特徴部分のみを拡大して示している場合があり、各部材の寸法の比率が実際と同じであるとは限らない。

【0022】先ず、図2(A)、(B)に示すように、ヘッド基体11aとなるNiZnで成る直径3インチ〜4インチの円盤状の基板21aを用意し、この基板21aの表面に対して鏡面加工を施す。この基板21a上には、以下に説明するように、MR素子13等が多数形成される。そして、MR素子13等が形成された基板21aを切り分けることにより、最終的に多数のMRヘッド10が得られる。

【0023】次に、図3(A)、(B)に示すように、基板21aの全表面に下層シールド12aとなるFeAlSiで成る軟磁性薄膜22aをスパッタリングにより厚さ3 $\mu$ m程度成膜する。尚、軟磁性薄膜22aは、蒸着により成膜するようにしても良い。また、この軟磁性薄膜22aの代わりに例えば厚さ0.28 $\mu$ mの磁性膜と例えばSiO<sub>2</sub>で成る厚さ5nmの非磁性膜を交互に10層ずつ堆積した厚さ3 $\mu$ m程度のいわゆる積層膜を成膜することにより、より高周波特性に優れたものとすることができる。即ち、磁性膜がそれぞれ静磁気的な結合となって磁壁が生じなくなる。そのため、磁壁移動に伴う高周波への対応の遅れやノイズの発生を抑えることができる。また、磁性膜の下地にCr等を数nm程度堆

積させれば、磁性特性を安定させることができる。

【0024】次に、図4（A）、（B）に示すように、軟磁性薄膜22a上にフォトレジストを塗布、乾燥した後、各ヘッド毎のMR素子13が形成される位置に横80 $\mu$ m、縦100 $\mu$ mの形状のフォトレジスト膜31が残るように、フォトレジストをフォトリソグラフィ技術を用いて露光、現像する。そして、フォトレジスト膜31が形成されていない部分の軟磁性薄膜22aをイオンエッチングにより除去することで、軟磁性薄膜22aを各ヘッド毎に分離し、上記形状の下層シールド12aを形成する。

【0025】次に、図5(A)、(B)に示すように、基板21aの全表面に $Al_2O_3$ で成る埋込材32をスパッタリングにより下層シールド12aが埋まるまで形成、即ち下層シールド12aの厚み以上に形成した後、下層シールド12aの表面が現れるまで埋込材32の表面を化学的研磨(バフ研磨)し、下層シールド12aの表面の凹凸を無くす。尚、埋込材32は、蒸着により形成するようにしても良い。また、埋込材32は、 $Al_2O_3$ の代わりに $SiO_2$ 等で形成しても良い。

【0026】表面研磨は、ダイヤモンド砥粒で粗く削った後に化学的研磨で表面を均すようにしても良い。また、基板21aの反り等により下層シールド12aの厚みが多少異なる可能性があるが、下層シールド12aとしては2 $\mu$ m以上あれば良い。続いて、下層シールド12aを550 $^{\circ}$ Cまで1時間で加熱し、同温度で1時間保持した後に自然冷却させる。尚、この熱処理条件は、下層シールド12aに用いた軟磁性材料により異なる。

【0027】次に、図6(A)、(B)に示すように、下層シールド12a及び埋込材32上にMR素子13の下層半ギャップとなる $Al_2O_3$ で成る非磁性非導電性薄膜33をスパッタリングにより厚さ100nm程度成膜する。尚、この非磁性非導電性薄膜33の材料は、例えば絶縁特性や耐磨耗性等の観点から選択し、膜厚は、記録信号の周波数等に応じて適切な値に設定するようにする。

【0028】次に、図7(A)、(B)に示すように、非磁性非導電性薄膜33上にSALバイアス方式のMR素子13となるMR素子用薄膜23、即ちTaで成る絶縁膜、NiFeNbで成る軟磁性膜(SAL膜)、Taで成る絶縁膜、NiFeで成るMR膜及びTaで成る絶縁膜をそれぞれ5nm、43nm、5nm、40nm、1nmの厚さでスパッタリングにより順次成膜する。ここで、SAL膜は、感磁部となるMR膜に対してバイアス磁界を印加するためのものである。

【0029】尚、最終的にシステムに必要なシールドシールド間距離（いわゆる再生ギャップ）をGとして、 $G/2 - (\text{絶縁膜の厚さ} + \text{軟磁性膜（SAL膜）の厚さ} + \text{絶縁膜の厚さ} + \text{MR膜の厚さ}/2)$ を非磁性非導電性薄膜33の膜厚と決定することで、MR素子13を下層シ

ールド12aと上層シールド12bの真中間に設置することができる。

【0030】次に、各下層シールド12aに対応するMR素子用薄膜23上に2つの矩形状の永久磁石薄膜13a(図8参照)の埋込用穴を形成するための開口部を有するマスクをフォトレジストを用いて形成する。そして、開口部に露呈しているMR素子用薄膜23をエッチングにより除去する。尚、ここでのエッチングは、ドライ方式でもウェット方式でも構わないが、加工のしやすさ等を考慮するとイオンエッチングが好適である。

【0031】次に、図9(A)、(B)に示すように、MR素子用薄膜23が除去された部分の非磁性非導電性薄膜33上にMR素子13の動作を安定化させるためのCoNiPtで成る永久磁石薄膜13aをスパッタリングによりMR素子用薄膜23の厚みと等しい厚さ成膜する。尚、永久磁石薄膜13aの材料としては、保磁力Hcが1000[Oe]以上ある材料であれば、CoNiPtの他にCoCrPt等を用いることができる。

【0032】ここで、各永久磁石薄膜13aは、各ヘッド毎の非磁性非導電性薄膜33上であって、MR素子用薄膜23内に収まっている必要がある。この例での各永久磁石薄膜13aは、各ヘッド毎に分離された下層シールド12aの横方向の中心線に対して対称となるように、かつ下層シールド12aの上端から縦方向に30 $\mu$ m程度離れた位置に、例えば長軸方向の長さt1が約50 $\mu$ m、短軸方向の長さt2が約10 $\mu$ m、間隔t3が約5 $\mu$ mで形成されている。この間隔t3は、最終的には、MR素子13のトラック幅になる。尚、各永久磁石薄膜13aの設置位置は、最終的にシールドとして残る部分がMR素子13の磁束進入方向の幅(デプス)の5倍程度以上あれば良い。

【0033】さらに、永久磁石薄膜13a上にMR素子13の抵抗値を減少させてセンス電流を供給するための例えばCrで成る低抵抗な導電性薄膜(低抵抗化膜)をスパッタリングにより厚さ60nm成膜する。尚、低抵抗化膜の材料としては、Crの他にTa等を用いることができる。また、低抵抗化膜の膜厚は、システムに必要な抵抗値、MR素子13のトラック幅等で決定する。その後、マスク上に成膜された永久磁石薄膜13a及び低抵抗化膜とともにマスクを除去する。

【0034】次に、図10(A)、(B)に示すように、各ヘッド毎のMR素子用薄膜23のうち、最終的にMR素子13となる例えば幅t4が約7 $\mu$ mの部分と、MR素子13にセンス電流を供給するための2つの端子13bとなる例えば長さt5が約2mm、幅t6が約80 $\mu$ m、間隔t7が約40 $\mu$ mの部分形成するための開口部を有するマスクをフォトレジストを用いて形成する。

【0035】尚、MR素子13の幅t4は、最終的には、磁気テープ摺動面10a側の端部から他端までの長

さ、即ちデプス長に相当する。続いて、開口部に露呈しているMR素子用薄膜23をエッチングにより除去した後、マスクを除去する。尚、ここでのエッチングは、ドライ方式でもウェット方式でも構わないが、加工のしやすさ等を考慮するとイオンエッチングが好適である。

【0036】続いて、上記端子13bとなる部分に開口部を有するマスクをフォトレジストを用いて形成する。そして、開口部に露呈しているMR素子用薄膜23をエッチングにより除去し、マスクをそのまま残した状態で、Ti(10nm)/Cu(90nm)/Ti(10nm)で成る、より電気抵抗の小さい導電膜をスパッタリングにより順次成膜する。その後、マスク上に成膜された導電膜とともにマスクを除去する。

【0037】次に、図11(A)、(B)に示すように、MR素子13及び非磁性非導電性薄膜33等の上にMR素子13の上層半ギャップとなるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で成る非磁性非導電性薄膜34をスパッタリングにより厚さ120nm程度成膜する。尚、この非磁性非導電性薄膜34の材料は、例えば絶縁特性や耐磨耗性等の観点から選択し、膜厚は、記録信号の周波数等に応じて適切な値に設定するようにする。

【0038】また、最終的にシステムに必要なシールドシールド間距離(いわゆる再生ギャップ)をGとして、G/2-(MR膜の厚さ/2+絶縁膜の厚さ)を非磁性非導電性薄膜の膜厚と決定することで、MR素子13を下層シールド12aと上層シールド12bの真中間に設置することができる。

【0039】次に、図12(A)、(B)あるいは図13(A)、(B)に示すように、非磁性非導電性薄膜34上に上層シールド12bとなる部分を形成するための開口部を有するマスクをフォトレジストを用いて形成する。このマスクは、上層シールド12bをリフトオフの手法、即ちマスク上に成膜された材料とともにマスクを除去し、マスクで覆われていない材料のみを残す手法により形成するために、開口部を形作るフォトレジスト膜35aの端面の上方が下方より突出した逆テーパーもしくは2層のフォトレジスト膜35b、35cで形成されている。この形状のマスクを用いることにより、成膜された材料が分断され、その分断部からマスクを除去するための溶剤が入り込むので、明瞭なパターニングが可能となる。

【0040】逆テーパー構造の端面を持つマスクを形成するには、逆テーパー用のフォトレジスト、例えば日本ゼオン社製ZPN-1100やクライアント社製AZ5214E等を用いて、通常のプリベーク・露光後に110°Cの温度で加熱(反転ベーク)して過大露光(反転露光)することで逆テーパー形状に形成できる。また、2層構造の端面を持つマスクを形成するには、下層に通常は反射防止膜として用いられるフォトレジスト、例えばBrewer Science社製ARC等

を用い、上層に一般に用いられるフォトレジスト、例えばクライアント社製AZ6108等を用いて、露光までは通常の手法で行い、現像のみ通常より長時間行うことで、下層のフォトレジストのみが除去され、上層のフォトレジストが突出された形状に形成できる。

【0041】次に、図14(A)、(B)に示すように、開口部に露呈している非磁性非導電性薄膜34上に上層シールド12bとなる $\text{CoZrNbTa}$ で成る軟磁性薄膜をスパッタリングにより成膜した後、リフトオフ手法により上層シールド12bを形成する。尚、この軟磁性薄膜の代わりに例えば厚さ0.28 $\mu\text{m}$ の磁性膜と例えば $\text{SiO}_2$ で成る厚さ5nmの非磁性膜を交互に10層ずつ堆積した厚さ3 $\mu\text{m}$ 程度のいわゆる積層膜を成膜することにより、より高周波特性に優れたものとすることができる。即ち、磁性膜がそれぞれ静磁気的な結合となって磁壁が生じなくなる。そのため、磁壁移動に伴う高周波への対応の遅れやノイズの発生を抑えることができる。また、磁性膜の下地にCr等を数nm程度堆積させれば、磁性特性を安定させることができる。

【0042】次に、図15(A)、(B)に示すように、端子13b上に外部回路と接続するための外部接続端子13cとなる部分を形成するための開口部を有するマスクをフォトレジストを用いて形成する。続いて、開口部に露呈している非磁性非導電性薄膜34をエッチングにより除去し、端子13bの端部を露出させる。そして、マスクをそのまま残した状態で、Cuで成る導電膜を硫酸銅溶液を用いた電解メッキにより厚さ6 $\mu\text{m}$ 程度成膜する。その後、マスク上に成膜された導電膜とともにマスクを除去し、例えば長さt8が約50 $\mu\text{m}$ 、幅t9が端子の幅t8と同じ約80 $\mu\text{m}$ の外部接続端子13cを形成する。

【0043】次に、図16(A)、(B)に示すように、上層シールド12b及び非磁性非導電性薄膜34等の上に $\text{Al}_2\text{O}_3$ で成る保護膜35をスパッタリングにより厚さ4 $\mu\text{m}$ 程度成膜する。尚、保護膜35は、蒸着により形成するようにしても良い。また、保護膜35は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の代わりに $\text{SiO}_2$ 等で形成しても良い。その後、保護膜35の表面を外部接続端子13cの表面が露出するまで例えば粒径が約2 $\mu\text{m}$ 程度のダイヤモンド砥粒で粗研磨した後、保護膜35等の表面が鏡面状態になるまで例えばシリコン砥粒でバフ研磨する。続いて、上層シールド12bを320°Cまで1時間で加熱し、同温度で1時間保持した後自然冷却させる。

【0044】次に、図17に示すように、多数のMR素子13等が形成された基板21aを横方向にMR素子13等が並ぶ例えば幅t10が約2mmの短冊状のブロック36に切り分ける。尚、この例では便宜上、5個のMR素子13等が横方向に並ぶブロック36としたが、生産性を考慮するとMR素子13等ができる限り多く並んだブロックとした方が良い。

【0045】次に、図18に示すように、ブロック36上にNiZnで成る厚さt11が約0.7mmの短冊状のブロック37を例えば樹脂等の接着剤で貼り付ける。このブロック37の幅t12はブロック36の幅t10よりも短く形成されているので、外部接続端子13cが露出することになり、外部回路との接続が容易となる。

【0046】次に、図19に示すように、MR素子13の前端が磁気テープ摺動面10aに露呈するとともに、MR素子13のデプス長が所定の長さとなるまで、接合ブロック38の磁気テープ摺動面10aとなる面38aを円筒研削加工により所定の円弧形状Rの曲面に形成する。尚、この磁気テープ摺動面10aの形状は、特に限定されるものではなく、テープテンション等に応じた適切な形状とすれば良い。

【0047】最後に、図20に示すように、接合ブロック38をシステムで要求されるアジマス角度 $\theta$ を付けて一定間隔で切断し、複数のMRヘッド10を作製する。このMRヘッド10は、チップベースに貼り付けられるとともに、外部接続端子13cが、チップベースに設けられた端子と電気的に接続される。そして、このチップベースが、回転ドラムに取り付けられることにより、磁気ヘッド装置として完成する。

【0048】尚、上述した実施形態では、MRヘッド10を構成する各部材、並びにその材料、大きさ及び膜厚等について、具体的な例を挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、システムの要求等に応じて適切なものを用いるようにする。例えば、ハードディスク装置等で実用化されているMRヘッドと同様な構造を有する、いわゆるシールド型のSALバイアス方式のMRヘッドを挙げているが、バイアス法等はこれに限定されるものではない。また、ヘリカルスキャン方式の磁気ヘッド装置のみならず、高速摺動する固定方式の磁気ヘッド装置にも適用可能である。また、MR素子としては、GMR(Giant MR)やスピンバルブ等の抵抗変化率の大きい構造のものに対しても適用可能である。

【0049】図21は、本発明の磁気ヘッドの実施形態を備えた磁気ヘッド装置の一例を示す斜視図であり、図22は、本発明の磁気テープ装置の実施形態を示す平面図である。磁気ヘッド装置40は、固定ドラム41、回転ドラム42、モータ等を備えており、磁気テープを情報記録媒体としたヘリカルスキャン方式の磁気テープ装置に搭載される回転磁気ヘッド装置である。磁気テープ装置50は、磁気ヘッド装置40を備えた情報記録・再生装置である。

【0050】図21に示すように、回転ドラム42は、図1のMRヘッド10の構成で成る例えば2つの再生ヘッドRH1、RH2と、インダクティブ型磁気ヘッドの構成で成る例えば2つの記録ヘッドWH1、WH2を有している。各再生ヘッドRH1、RH2及び各記録ヘッ

ドWH1、WH2は180度の位相差を有している。回転ドラム42は、モータMの作動により、固定ドラム41に対して矢印R方向に回転する。

【0051】磁気テープTPは、固定ドラム41のリードガイド部43に沿ってテープ走行方向Eに沿って入口側INから出口側OUT側に斜めに送られる。即ち、図22に示すように、磁気テープTPは、供給リール51からローラ52a、52b、52cを経て、固定ドラム41のリードガイド部43に沿って斜めに走行し、回転ドラム42と固定ドラム41にほぼ180度分密着し、ローラ52d、52e、52f、52gを経て巻取リール53に巻取られる。これにより、記録ヘッドWH1、WH2と再生MRヘッドRH1、RH2は、磁気テープTPに対してヘリカルスキャン方式で接触して案内される。また、ローラ52fに対応して、キャプスタン52hが設けられており、このキャプスタン52hはキャプスタンモータM1により回転される。

【0052】図23は、本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドの偏摩耗量の経時変化を示す図であり、図25は、それらの磨耗量の絶対値の経時変化を示す図である。本発明の磁気ヘッドとしては、ヘッド基体の材料にNiZnを用い、下層シールドの材料にセンダスト(厚さ2.5 $\mu$ m)を用い、上層シールドの材料にCoZrNbTa(厚さ3 $\mu$ m)を用いた。また、従来の磁気ヘッドとしては、ヘッド基体の材料にアルチックを用い、下層シールドの材料にセンダスト(厚さ2.5 $\mu$ m)を用い、上層シールドの材料にパーマロイ(厚さ3 $\mu$ m)を用いた。偏摩耗量は、図24に示すように、ヘッド基体とシールドとの段差を計測することにより求めた。

【0053】図から明らかなように、本発明の磁気ヘッドの方が従来の磁気ヘッドに比べ磨耗量は若干多いものの、偏摩耗量は極端に少なくなっており、システムとして成り立つための1000時間の走行で1 $\mu$ m(1000nm)以内の偏摩耗量という条件を十分に満たしている。さらに、従来の磁気ヘッドの走行後の磁気テープ摺動面を観察したところ、ステインと呼ばれる物質が付着していたのに対し、本発明の磁気ヘッドではそのような付着物は観察されなかった。

【0054】図26(A)、(B)は、本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドにおけるヘッド基体内での出力波形の非対称性の分布の測定結果を示す図である。本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドの構成は、図23、図25のものと同一である。図から明らかなように、従来の磁気ヘッドではヘッド基体内で出力波形の非対称性が大きく出ているのに対し、本発明の磁気ヘッドでは出力波形の非対称性は抑えられ、かつ非対称性が小さくなっている。

【0055】この理由は、本発明の磁気ヘッドのヘッド基体自体がシールドの役目を果たしており、上下のシールドの多少の磁気特性の違いや物理的な厚み等の違いが

有っても、MR素子からは略上下同等の特性となっているためである。つまり、本発明の磁気ヘッドを用いることにより、シールドの多少の磁気特性の違いはカバーすることができる利点がある。

【0056】図27(A)、(B)は、本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドにおけるノイズの発生頻度の測定結果を示す図である。本発明の磁気ヘッドの構成は、図23、図25のものと同一であるが、従来の磁気ヘッドは、NiZnで成るシールドを兼ねたヘッド基体を有する磁気ヘッドとした。図から明らかなように、従来の磁気ヘッドではノイズが極端に大きく、安定したものがほとんど得られないのに対し、本発明の磁気ヘッドでは安定したものが得られる。

【0057】図28は、本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドの周波数特性の測定結果を示す図である。本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドの構成は、図27のものと同一である。図から明らかなように、本発明の磁気ヘッドでは不安定性による影響も含まれているが、従来の磁気ヘッドに比べて大きく改善されている。

【0058】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、低ノイズ、高分解能、高信頼性、長寿命を併せ持つ磁気ヘッド及び磁気テープ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ヘッドの実施形態を示す斜視図。

【図2】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第1の概略図。

【図3】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第2の概略図。

【図4】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第3の概略図。

【図5】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第4の概略図。

【図6】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第5の概略図。

【図7】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第6の概略図。

【図8】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第7の概略図。

【図9】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第8の概略図。

【図10】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第9の概略図。

【図11】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第10の概略図。

【図12】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第11の概略図。

【図13】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第12の概略図。

【図14】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第13の概略図。

概略図。

【図15】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第14の概略図。

【図16】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第15の概略図。

【図17】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第16の概略図。

【図18】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第17の概略図。

【図19】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第18の概略図。

【図20】図1の磁気ヘッドの製造方法を示す第19の概略図。

【図21】本発明の磁気ヘッドの実施形態を備えた磁気ヘッド装置の一例を示す斜視図。

【図22】本発明の磁気テープ装置の実施形態を示す平面図。

【図23】本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドの偏磨耗量の経時変化を示す図。

【図24】図23の偏磨耗量を示す図。

【図25】本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドの磨耗量の絶対値の経時変化を示す図。

【図26】本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドにおけるヘッド基体内での出力波形の非対称性の分布の測定結果を示す図。

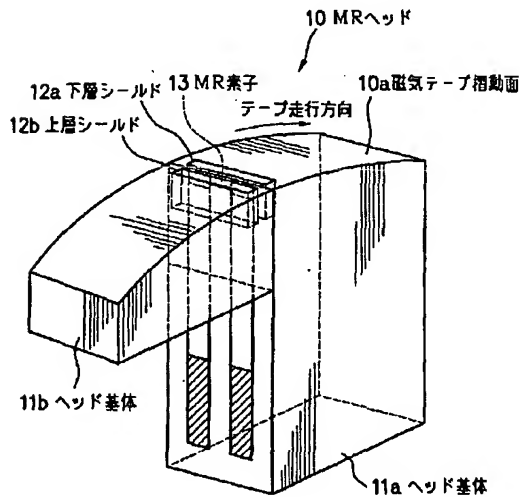
【図27】本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドにおけるノイズの発生頻度の測定結果を示す図。

【図28】本発明の磁気ヘッドと従来の磁気ヘッドの周波数特性の測定結果を示す図。

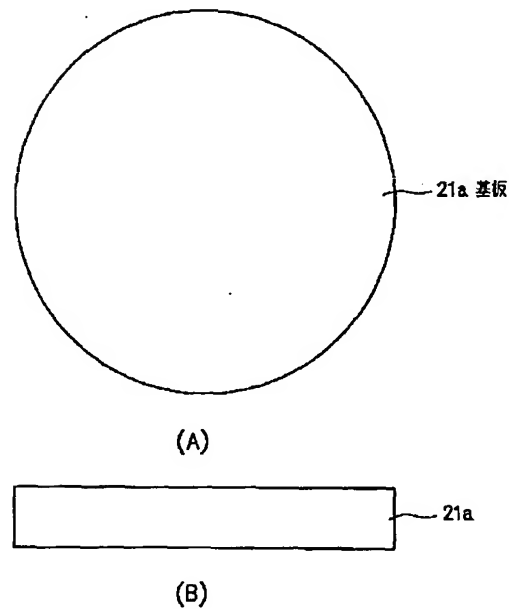
【符号の説明】

10・・・MRヘッド、10a・・・磁気テープ摺動面、11a、11b・・・ヘッド基体、12a・・・下層シールド、12b・・・上層シールド、13・・・MR素子

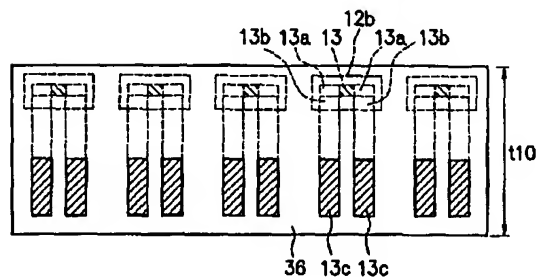
【図1】



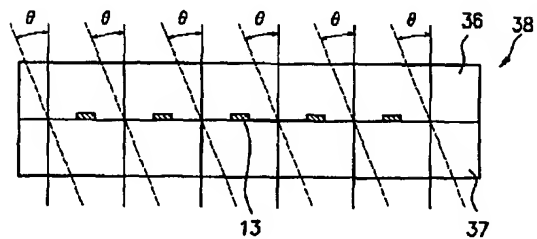
【図2】



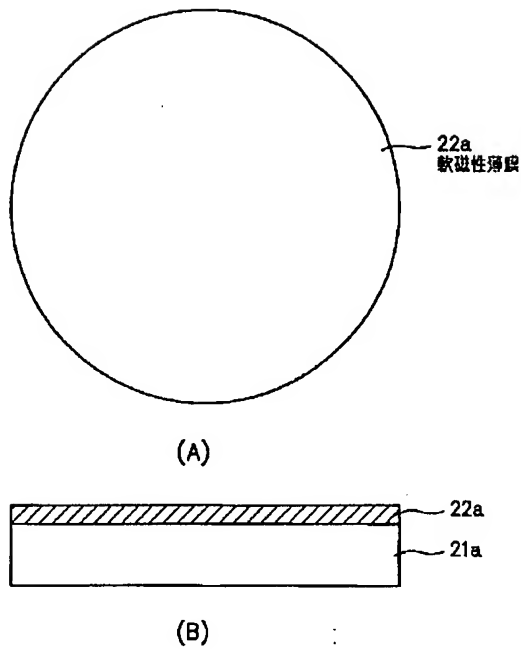
【図17】



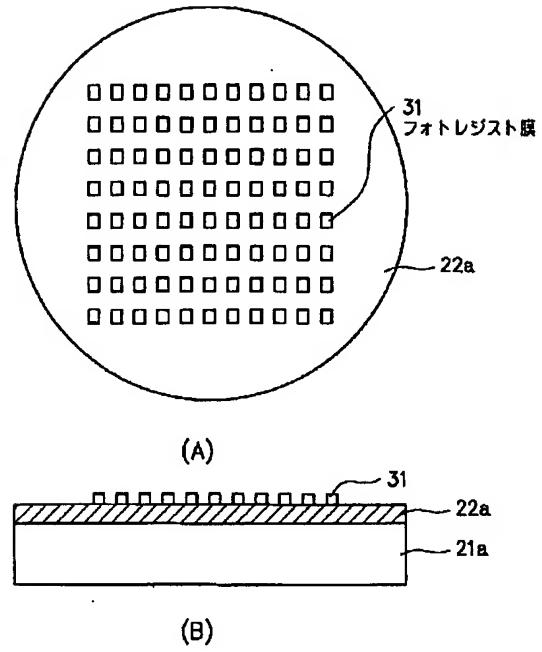
【図20】



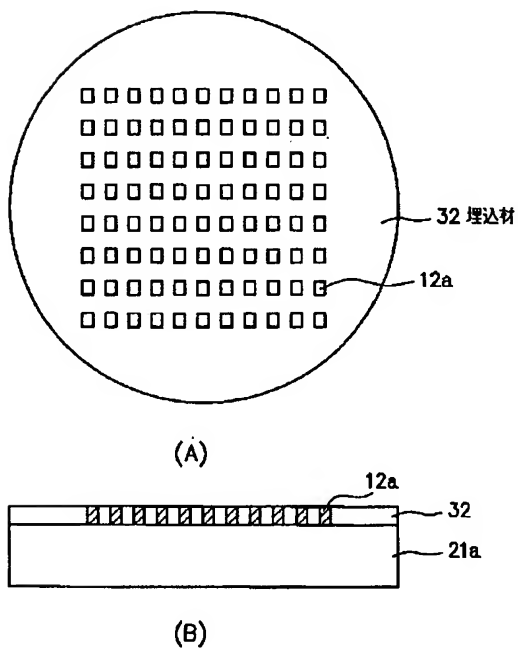
【図3】



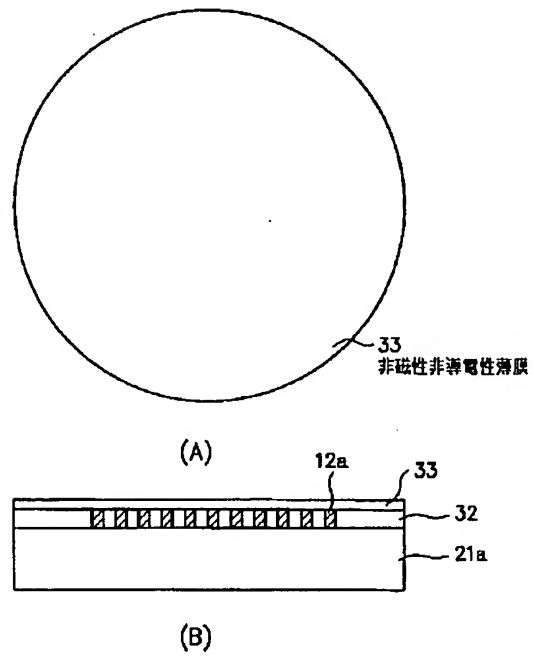
【図4】



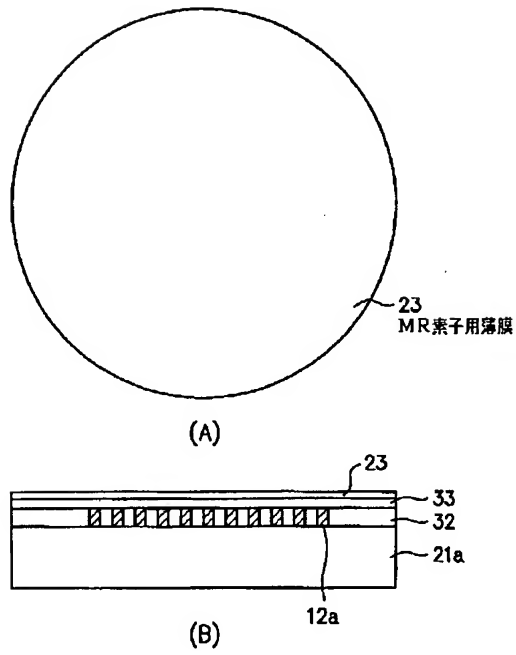
【図5】



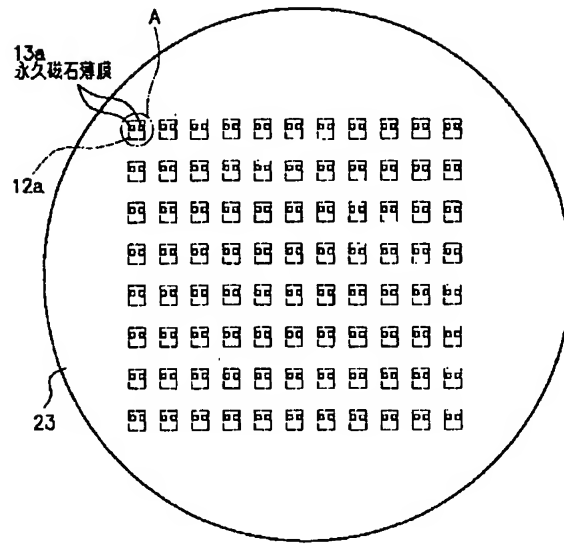
【図6】



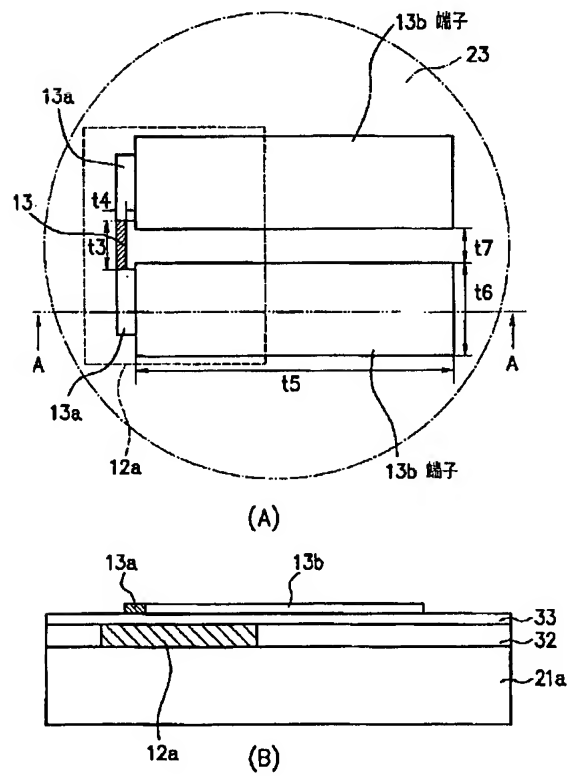
【図7】



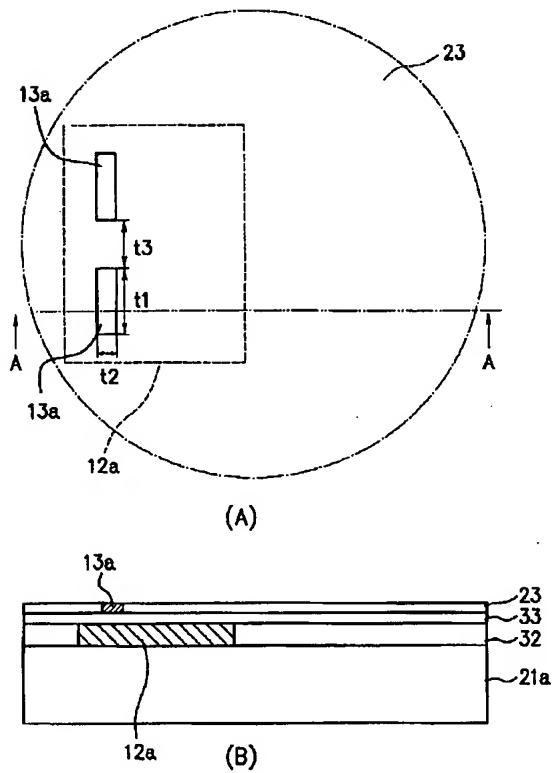
【図8】



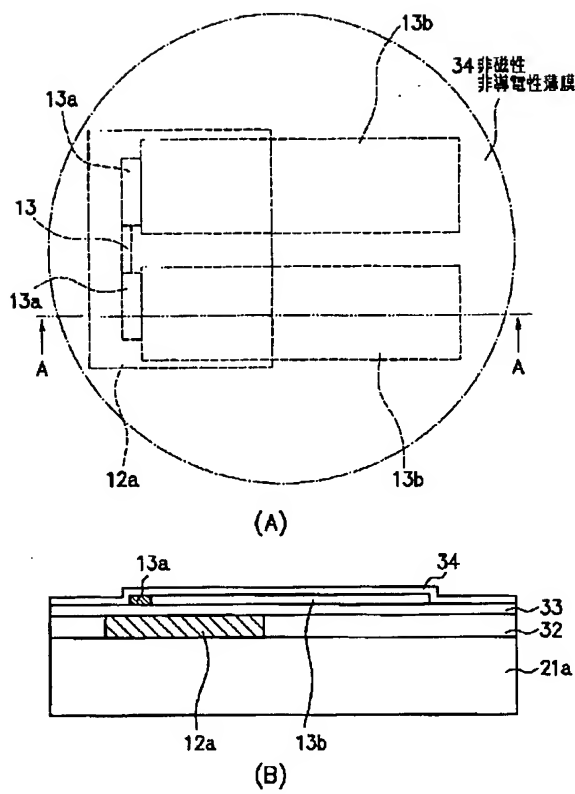
【図10】



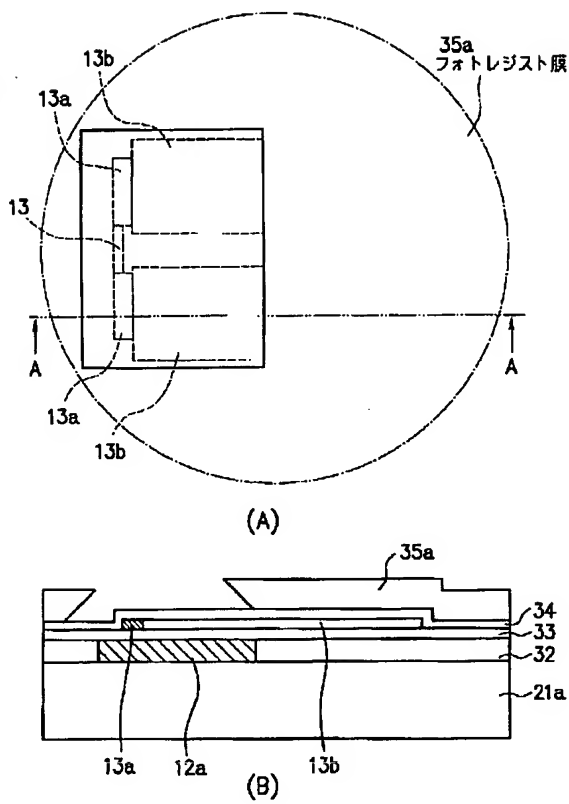
【図9】



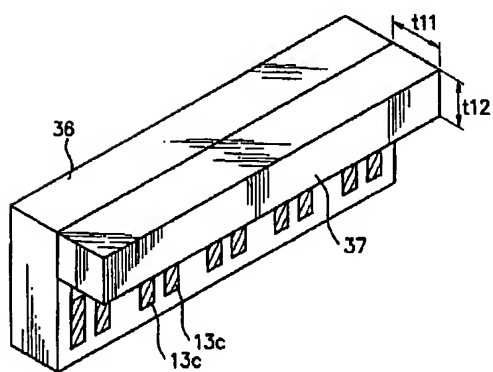
【図11】



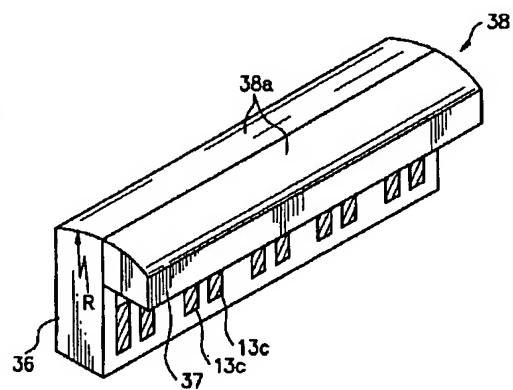
【図12】



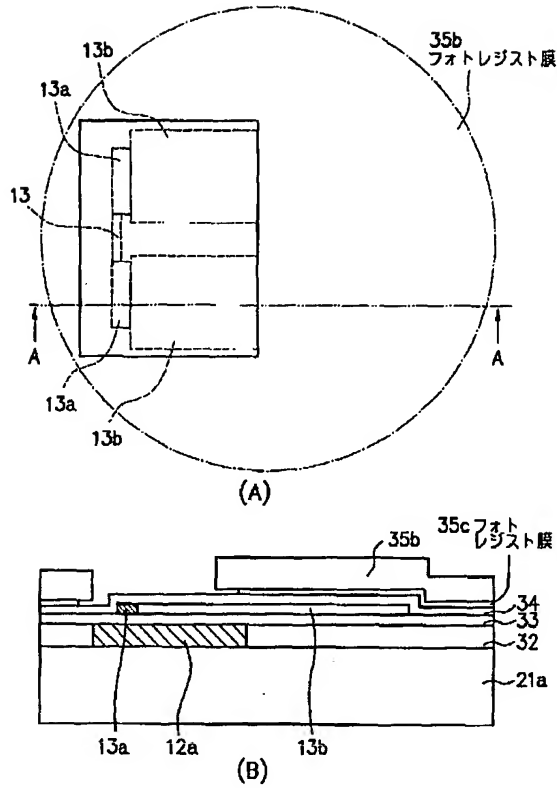
【図18】



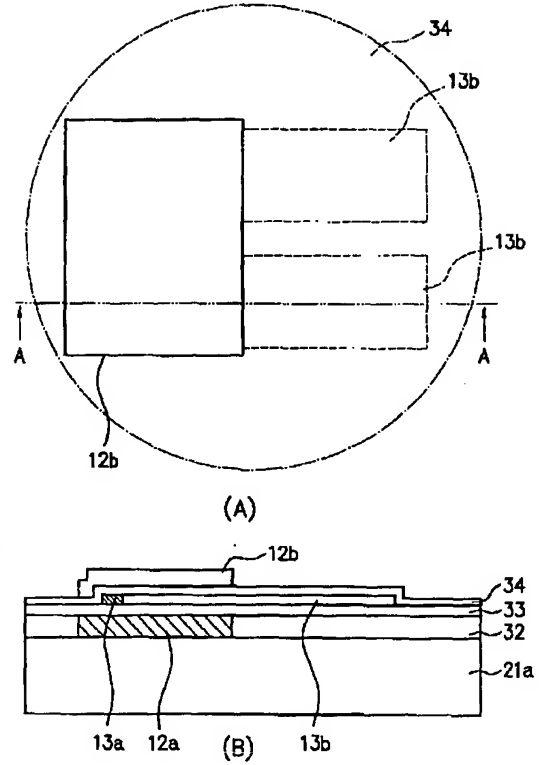
【図19】



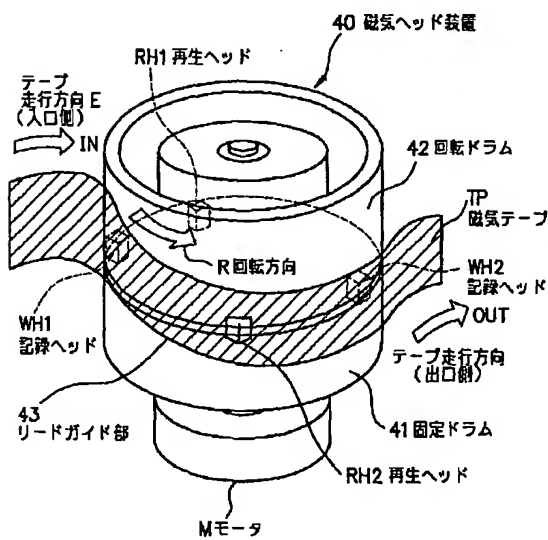
【図13】



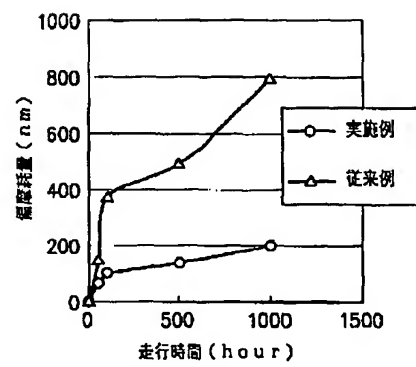
【図14】



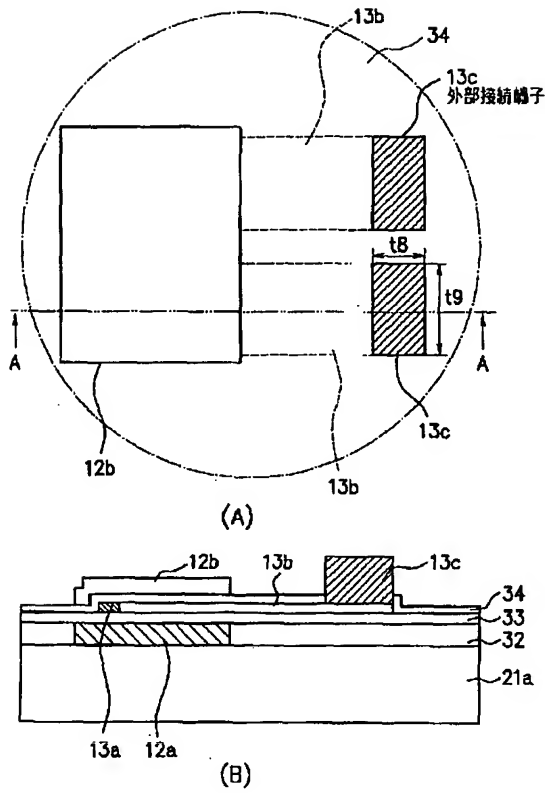
【図21】



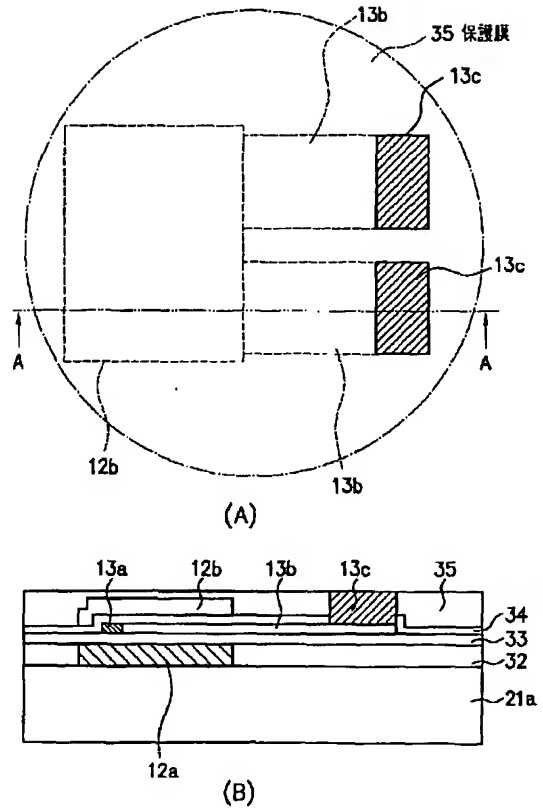
【図23】



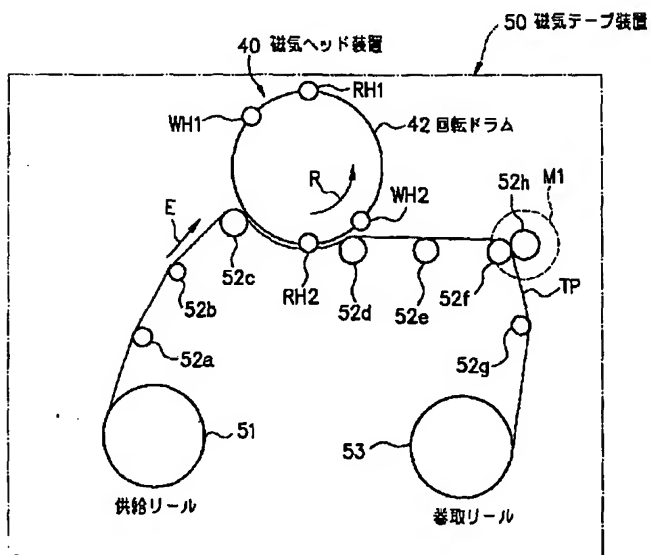
【図15】



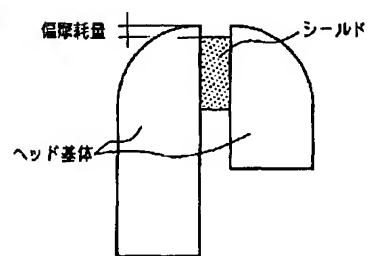
【図16】



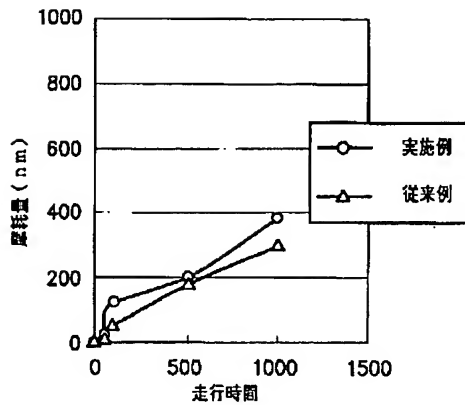
【図22】



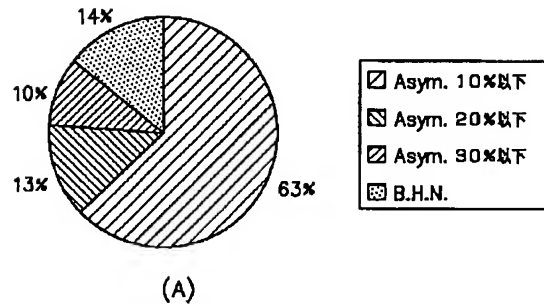
【図24】



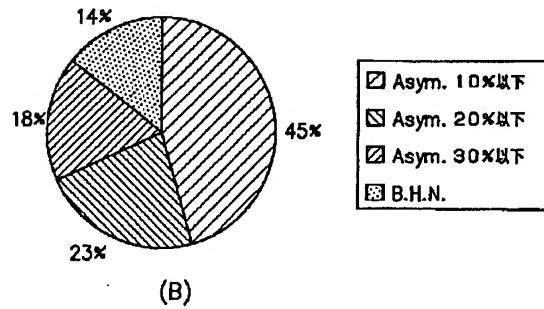
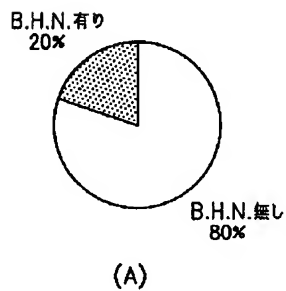
【図25】



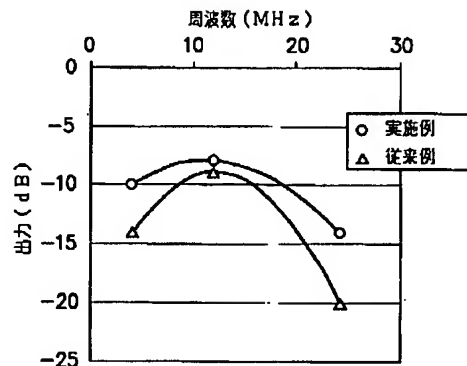
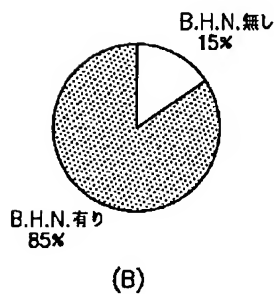
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(72)発明者 工藤 伸二  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72)発明者 齋藤 正  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72)発明者 印牧 洋一  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
Fターム(参考) 5D034 AA02 BA03 BA16 BA19 BB01  
BB08 CA04 CA06 DA07